

88/1124

81

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 751 148

21 N° d'enregistrement national : 96 09034

51 Int Cl<sup>6</sup> : H 03 D 1/00, H 04 L 27/06 // G 06 K 7/08

12

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 12.07.96.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 16.01.98 Bulletin 98/03.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : INSIDE TECHNOLOGIES SOCIETE  
ANONYME — FR.

72 Inventeur(s) : SERRA DIDIER et MARTIN MICHEL  
RENE.

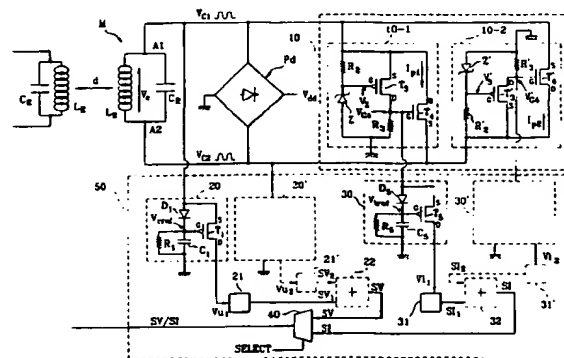
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : CABINET BALLOT SCHMIT.

54 DEMODULATEUR D'UN SIGNAL ALTERNATIF MODULE EN AMPLITUDE RECU DANS UNE BOBINE PAR  
INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE.

57 Démodulateur d'un signal alternatif modulé en ampli-  
tude reçu dans une bobine ( $L_p$ ) par induction électroma-  
gnétique, la bobine étant équipée d'un circuit (10) limiteur  
de tension se déclenchant lorsqu'une tension induite ( $V_c$ )  
dans la bobine est supérieure à un seuil prédéterminé  
( $V_{cmax}$ ), comprenant un premier démodulateur (20, 20')  
pour démoduler la tension induite ( $V_c$ ), délivrant un premier  
signal de démodulation (SV), un deuxième démodulateur  
(30, 30') pour démoduler un courant de limitation ( $I_p$ ) appa-  
raissant lorsque le circuit limiteur (10) est actif, délivrant un  
deuxième signal de démodulation (SI), et des moyens (40  
à 41) pour sélectionner le premier (SV) ou le deuxième (SI)  
signal de démodulation.

Application notamment aux cartes à puce sans contact et  
aux étiquettes électroniques.



44912.70088.00

4084

FR 2 751 148 - A1

Best Available Copy



DEMODULATEUR D'UN SIGNAL ALTERNATIF MODULE EN AMPLITUDE  
REÇU DANS UNE BOBINE PAR INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

La présente invention concerne la démodulation d'un signal modulé en amplitude, et plus particulièrement la démodulation d'un signal reçu dans une bobine par induction électromagnétique.

5 La présente invention a pour objet un démodulateur d'un tel signal.

Dans certaines réalisations, la transmission de données numériques est faite par couplage inductif et modulation d'amplitude, c'est-à-dire au moyen d'une bobine d'émission excitée par une tension alternative  
10 modulée en amplitude et d'une bobine de réception recopiant par induction la tension d'excitation de la première bobine. Cette technique de transmission de données est utilisable quand la distance entre la bobine d'émission et la bobine de réception est réduite, de  
15 l'ordre de quelques centimètres à quelques mètres. Elle convient particulièrement bien aux cartes à puce sans contact et aux étiquettes électroniques.

La figure 1 représente le schéma électrique classique d'une transmission de données par induction et modulation d'amplitude. Un terminal T, par exemple un lecteur de cartes à puce sans contact, est équipé d'une bobine d'émission  $L_E$  formant avec une capacité  $C_E$  un circuit résonnant excité par une tension  $V_e$  oscillant à  
20 une fréquence porteuse  $F_p$ . Ce circuit résonnant  $L_E C_E$  est court-circuité par un interrupteur électronique I qui module l'amplitude de la tension d'excitation  $V_e$ . La figure 2A représente l'aspect de la tension  $V_e$ , dont les alternances sont représentées de façon schématique par  
25 des traits verticaux. On y voit s'alterner des périodes où la tension  $V_e$  est maximale et des périodes de modulation de durée  $T_m$ , où la tension  $V_e$  est nulle. A  
30

partir d'une telle modulation d'amplitude, le codage des données numériques peut être réalisé de diverses manières. Par exemple, le "0" logique peut être codé par un creux de modulation de durée  $T_m$  suivi d'une période de non modulation de durée  $T_1$ , et le "1" logique codé par une période de non modulation de durée  $T_2$ . Dans ce cas, le fragment de message que l'on voit en figure 2A, une fois décodé, signifie "0100".

Au voisinage du terminal T se trouve un module électronique M, par exemple le circuit intégré d'une carte à puce sans contact. Le module M est équipé d'une bobine de réception  $L_R$  formant avec une capacité  $C_R$  un circuit résonnant  $L_R C_R$  accordé au circuit émetteur  $L_E C_E$ . Une tension induite  $V_c$  oscillant à la fréquence porteuse  $F_p$  apparaît aux bornes de la bobine  $L_R$ . La tension induite  $V_c$ , représentée à titre d'exemple sur la figure 2B, est l'image de la tension d'excitation  $V_e$  et son enveloppe  $e$  présente des maxima d'amplitude alternant avec des minima correspondant aux creux de modulation de la tension d'excitation. La démodulation de la tension induite  $V_c$  est assurée par un démodulateur de tension 1 qui délivre un signal logique de démodulation  $S_{dem}$  représenté sur la figure 2E. Par convention, le signal  $S_{dem}$  est par exemple à 1 pendant les creux de modulation et à 0 pendant les périodes de non modulation. Le signal  $S_{dem}$  est ensuite appliqué à un circuit décodeur (non représenté) qui délivre le message reçu sous forme d'une suite de 1 et de 0.

Par ailleurs, comme l'amplitude de la tension induite est susceptible de fluctuer dans de fortes proportions (de quelques volts à la centaine de volts) selon le couplage des bobines  $L_E$ ,  $L_R$ , c'est-à-dire selon la distance  $d$  séparant les bobines, le module M comprend également un circuit 2 limiteur de tension. Le circuit limiteur 2, connecté aux bornes de la bobine  $L_R$ , se

déclenche lorsque la valeur de crête de la tension  $V_c$  atteint une limite  $V_{cmax}$  à ne pas dépasser (par exemple 18V dans le cas d'un circuit intégré CMOS) et laisse circuler un courant alternatif  $I_p$  appelé courant de  
5 délestage ou courant de limitation.

Bien que le circuit limiteur 2 soit indispensable à la protection de l'étage d'entrée du module M, le fait de limiter la tension  $V_c$  représente un handicap pour la bonne réception du signal modulé en cas de fort couplage  
10 entre les bobines  $L_E$  et  $L_R$ . En effet, quand le couplage augmente, l'énergie transmise à la bobine de réception  $L_R$  augmente mais la tension induite  $V_c$  ne peut dépasser la valeur  $V_{cmax}$  imposée par le circuit limiteur 2, de sorte que la bobine atteint un état de saturation en tension.  
15 Par "saturation en tension", on désigne le fait que les creux de modulation de la tension induite  $V_c$  s'estompent et peuvent même disparaître complètement si le couplage est très élevé. Pour fixer les idées, les figures 2C et 2D représentent l'aspect de la tension  $V_c$  en cas de fort  
20 couplage. Dans le cas de la figure 2C, les écarts entre les maxima et les minima de la tension  $V_c$  sont trop faibles pour être détectés par le démodulateur 1. Dans le cas de la figure 2D, le couplage entre  $L_E$  et  $L_R$  est encore plus fort (distance  $d$  très courte) et l'on ne  
25 trouve plus aucune trace de modulation d'amplitude sur l'enveloppe  $e$  de la tension induite  $V_c$ . Dans les deux cas, le signal de démodulation  $S_{dem}$  reste à 0.

Dans l'art antérieur, on pallie cet inconvénient en choisissant la durée  $T_m$  des creux de modulation de la  
30 tension d'excitation  $V_e$  suffisamment longue pour que la bobine  $L_R$  ait le temps de désaturer à chaque creux de modulation. Toutefois, cette solution présente l'inconvénient de ralentir considérablement la vitesse de transmission des données.

Ainsi, un objectif de la présente invention est de prévoir un circuit démodulateur qui puisse détecter des creux de modulation de courte durée  $T_m$ , même quand la bobine de réception est saturée en tension, de manière à  
5 atteindre une vitesse de transmission des données élevée.

Un autre objectif de la présente invention est de prévoir un circuit démodulateur offrant un périmètre de réception étendu, par exemple de l'ordre de 1 cm à 1,5 m autour de la bobine émettrice.

10 Pour atteindre ces objectifs, la présente invention se base tout d'abord sur le fait que, lorsque la bobine est saturée en tension en raison de l'intervention du circuit limiteur, une modulation d'amplitude apparaît sur le courant de limitation de sorte que celui-ci peut être  
15 utilisé comme signal à démoduler. Ainsi, l'idée générale de la présente invention est de prévoir un double démodulateur comprenant un premier démodulateur pour détecter les creux de modulation de la tension induite quand la bobine n'est pas saturée en tension (distance  $d$   
20 grande) et un deuxième démodulateur pour détecter les creux de modulation du courant de limitation lorsque le circuit limiteur est déclenché et la bobine saturée en tension (distance  $d$  petite). Les creux de modulation peuvent ainsi être prévus de courte durée, le deuxième  
25 démodulateur prenant la relève du premier démodulateur lorsque celui-ci ne détecte plus de creux de modulation sur la tension induite.

Plus particulièrement, la présente invention prévoit un démodulateur d'un signal alternatif modulé en  
30 amplitude reçu dans une bobine par induction électromagnétique, la bobine étant équipée d'un circuit limiteur de tension se déclenchant lorsqu'une tension induite dans la bobine est supérieure à un seuil prédéterminé, le démodulateur comprenant un premier  
35 démodulateur pour démoduler ladite tension induite,

délivrant un premier signal de démodulation, un deuxième démodulateur pour démoduler un courant de limitation apparaissant lorsque le circuit limiteur est déclenché, délivrant un deuxième signal de démodulation, et des  
5 moyens pour sélectionner à la sortie du démodulateur le premier ou le deuxième signal de démodulation.

Avantageusement, les moyens de sélection sont agencés pour sélectionner préférentiellement le deuxième signal de démodulation quand le circuit limiteur est  
10 déclenché et le courant de limitation supérieur à un seuil de courant prédéterminé.

Selon un mode de réalisation, le démodulateur comprend des moyens pour verrouiller les moyens de sélection lors de l'apparition d'un creux de modulation.

15 Selon un mode de réalisation, les moyens de verrouillage sont agencés pour verrouiller les moyens de sélection pendant la durée d'un creux de modulation.

Selon un mode de réalisation, les moyens de verrouillage sont agencés pour verrouiller les moyens de  
20 sélection pendant la réception d'un message transmis au moyen de la modulation du signal alternatif.

Ces caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés plus en détails dans la description suivante d'un exemple de  
25 réalisation d'un démodulateur selon l'invention, en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

- la figure 1 précédemment décrite représente de façon schématique le schéma électrique classique d'un système de transmission de données par modulation  
30 d'amplitude et induction électromagnétique,

- les figures 2A à 2E précédemment décrites représentent divers signaux électriques d'émission et de réception du signal modulé en amplitude,

- la figure 3 est le schéma électrique d'un système  
35 de transmission de données par modulation d'amplitude et

induction électromagnétique comprenant un démodulateur selon l'invention,

- les figures 4A à 4E représentent divers signaux électriques apparaissant dans le système de la figure 3 dans le cas d'une transmission de données faite avec un faible couplage inductif,

- les figures 5A à 5E représentent divers signaux électriques apparaissant dans le système de la figure 3 dans le cas d'une transmission de données faite avec un fort couplage inductif,

- la figure 6 est le schéma électrique d'un circuit de sélection qui pilote la sortie du démodulateur de la figure 3,

- la figure 7 représente une variante de réalisation du circuit de sélection de la figure 6, et

- la figure 8 représente une autre variante de réalisation du circuit de sélection de la figure 6.

La figure 3 représente l'étage d'entrée d'un module électronique M, prévu pour la réception d'un signal modulé en amplitude émis par un circuit résonant  $L_E C_E$ . L'étage d'entrée du module M comprend un circuit accordé  $L_R C_R$ , à une distance  $d$  du circuit résonant  $L_E C_E$ , un circuit limiteur 10 de la tension induite  $V_c$  présente aux bornes de la bobine  $L_R$ , et un démodulateur 50 selon l'invention. La référence de potentiel, c'est-à-dire la masse, est ici donnée par un pont redresseur à diodes Pd connecté aux bornes de la bobine  $L_R$  et délivrant une tension redressée  $V_{dd}$  utilisée pour alimenter le module M.

Le circuit limiteur 10 comprend, montés tête-bêche, un circuit 10-1 limiteur des alternances positives  $V_{c1}$  de la tension induite  $V_c$  et un circuit 10-2 limiteur des alternances négatives  $V_{c2}$ . Le circuit limiteur 10-1 comprend, entre une borne A1 de la bobine  $L_R$  et la masse, une résistance R2 en série avec une diode zéner Z montée

inversée. Le point milieu de ces deux éléments est connecté à la grille G d'un transistor PMOS T3 dont la source S est connectée à la borne A1. Le drain D du transistor T3 est connecté à la masse par l'intermédiaire d'une résistance R3 et attaque la grille G d'un transistor NMOS T4 connecté par son drain D à la borne A1 et par sa source S à la borne A2 de la bobine  $L_R$ . Le circuit limiteur 10-2 est de même structure que le circuit 10-1 mais est connecté en sens inverse. Il comprend entre la borne A2 de la bobine  $L_R$  et la masse une diode zéner Z', une résistance R2', un transistor PMOS T3' et une résistance R3' agencés comme décrit précédemment, et un transistor NMOS T4' connecté par son drain D à la borne A2 et par sa source S à la borne A1.

Ainsi, lorsqu'une alternance positive  $V_{c1}$  de la tension induite  $V_c$  atteint la valeur de conduction  $V_z$  de la diode zéner Z, le transistor T3 devient conducteur et un courant circule dans la résistance R3. Une tension  $V_{G4}$  apparaît sur la grille du transistor T4 qui devient progressivement conducteur. Le transistor T4 laisse traverser l'alternance positive  $I_{p1}$  d'un courant  $I_p$  de limitation de la tension  $V_c$  puis redevient non conducteur. De la même manière, l'alternance négative  $I_{p2}$  du courant de limitation  $I_p$  traverse le circuit limiteur 10-2 au cours d'une alternance négative  $V_{c2}$  de la tension induite  $V_c$ .

Selon l'invention, le démodulateur 50 comprend un premier démodulateur 20 pour démoduler la tension  $V_c$  et un deuxième démodulateur 30 pour démoduler le courant de limitation  $I_p$ . Le démodulateur 20 a pour fonction de détecter les creux de modulation de la tension induite quand la bobine  $L_R$  n'est pas saturée en tension (distance  $d$  grande) et le démodulateur 30 de détecter les creux de modulation du courant de limitation  $I_p$  lorsque le circuit limiteur 10 est déclenché et la bobine  $L_R$  saturée en



tension (distance  $d$  petite). On notera ici que l'effet de modulation du courant de limitation  $I_p$ , nécessaire au fonctionnement du démodulateur 30, existe tant que le circuit limiteur 10 n'écrête pas le courant  $I_p$ . En pratique, on choisira donc des transistors  $T_4$  et  $T_4'$  du circuit limiteur 10 d'une dimension suffisante pour absorber sans saturation le courant  $I_p$  (dans les limites des conditions normales de fonctionnement).

Le démodulateur 20 fonctionne ici sur les alternances positives  $V_{c1}$  de la tension induite  $V_c$  et comprend en entrée une diode  $D_1$  connectée par son anode à la borne  $A_1$  de la bobine  $L_R$ . La cathode de la diode  $D_1$  est connectée à la masse par l'intermédiaire d'un circuit de type RC comprenant une capacité  $C_1$  en parallèle avec une résistance  $R_1$ , ainsi qu'à la grille  $G$  d'un transistor PMOS  $T_1$  dont la source  $S$  est connectée à la borne  $A_1$ . Sur la grille  $G$  du transistor  $T_1$ , on trouve une tension  $V_{cref}$  imposée par la capacité  $C_1$  et représentative de la valeur moyenne de la tension induite  $V_c$ , la constante de temps du circuit  $R_1C_1$  étant choisie de manière que  $V_{cref}$  reste constante pendant les creux de modulation mais suive les variations lentes de  $V_c$ . A chaque alternance positive  $V_{c1}$ , lorsque la tension  $V_c$  est supérieure à  $V_{cref}$ , la diode  $D_1$  devient passante, le transistor  $T_1$  se ferme et une impulsion de tension apparaît sur son drain  $D$  (le transistor  $T_1$  fonctionne comme un comparateur). Le drain  $D$  du transistor  $T_1$  forme la sortie du démodulateur 20 et délivre un signal pulsé  $V_{u1}$ . Le signal pulsé  $V_{u1}$  est envoyé dans un circuit de mise en forme 21 de type classique délivrant un signal logique  $SV_1$  identique au signal  $S_{dem}$  illustré en la figure 2E.

Comme illustré sur la figure 3, le démodulateur 20 peut, de façon optionnelle, être combiné avec un démodulateur 20' fonctionnant sur les alternances négatives  $V_{c2}$  de la tension  $V_c$ , afin de détecter les

creux de modulation avec une précision d'une demi-période de la fréquence porteuse  $F_c$ . Le démodulateur 20', connecté entre la borne A2 de la bobine  $L_R$  et la masse, est identique au démodulateur 20 et est représenté sous forme d'un bloc en traits pointillés. Il délivre un signal pulsé  $Vu_2$  transformé en un signal logique  $SV_2$  par un circuit de mise en forme 21'. Les signaux  $SV_1$  et  $SV_2$  sont additionnés dans un circuit logique 22 dont la sortie délivre un signal combiné  $SV$ . Pour bénéficier de la démodulation double alternance, le circuit 22 est réalisé de manière que le signal  $SV$  passe à 1 dès l'instant où le premier des deux signaux  $SV_1$  ou  $SV_2$  passe à 1, et à 0 dès l'instant où le premier des deux signaux  $SV_1$  ou  $SV_2$  passe à 0.

Le démodulateur 30 du courant de limitation  $I_p$  reçoit ici comme signal à démoduler la tension  $VG_4$  présente sur la grille G du transistor T4 du circuit limiteur 10-1, le transistor T4 contrôlant l'alternance positive  $I_{p1}$  du courant de limitation  $I_p$ . La tension  $VG_4$  est représentative du courant  $I_{p1}$ , selon une relation linéaire, au carré ou exponentielle selon le régime de fonctionnement du transistor T4, de sorte que l'utilisation de cette tension comme signal à démoduler permet avantageusement d'éviter l'ajout d'un capteur de courant. Le démodulateur 30 a la même structure que le démodulateur 20 et comprend en entrée une diode D5 recevant sur son anode la tension  $VG_4$ , une résistance R5, une capacité C5 et un transistor PMOS T5 agencés comme les éléments D1, R1, C1 et T1 déjà décrits. Quand le circuit limiteur 10-1 est déclenché, une tension  $V_{iref}$  représentative de la valeur moyenne de la tension  $VG_4$  (et par conséquent de la valeur moyenne du courant  $I_p$ ) apparaît sur la grille G du transistor T5 et le drain D de ce transistor délivre un signal pulsé  $V_{i1}$ . Le signal  $V_{i1}$  est envoyé dans un circuit classique 31 de mise en

forme qui délivre un signal logique SI1 représentatif de la modulation du courant  $I_p$ .

Comme dans le cas du démodulateur 20, le démodulateur 30 peut, de façon optionnelle, être combiné avec un démodulateur 30' de même structure fonctionnant sur les alternances négatives  $I_{p2}$  du courant  $I_p$ . Le démodulateur 30' reçoit en entrée la tension de grille VG4' du transistor T4' du circuit limiteur 10-2 et délivre un signal pulsé Vi2 envoyé dans un circuit de mise en forme 31'. Le circuit 31' délivre un signal logique SI2 additionné au signal SI1 dans un circuit 32 dont la sortie délivre un signal combiné SI.

Selon l'invention, les signaux SV et SI, ou les signaux SV1 et SI1 si l'on choisit une démodulation simple alternance, sont envoyés sur les entrées d'un multiplexeur, ou sélecteur 40, piloté par un signal de sélection SELECT.

Les figures 4A à 4E illustrent le fonctionnement du démodulateur 50 dans le cas d'un faible couplage entre les bobines  $L_E$  et  $L_R$  (distance  $d$  grande, par exemple de l'ordre de la dizaine de centimètres à plus d'un mètre) et les figures 5A à 5E le fonctionnement du démodulateur 50 dans le cas d'un fort couplage (distance  $d$  faible, inférieure à la dizaine de centimètres). Plus particulièrement, les figures 4A et 5A représentent la courbe de la tension induite  $V_c$  dans les deux cas susmentionnés. Les figures 4B et 4C représentent respectivement l'alternance positive  $V_{c1}$  de la tension induite  $V_c$  et le signal pulsé  $V_{u1}$  (l'alternance négative  $V_{c2}$  et le signal  $V_{u2}$  étant identiques à  $V_{c1}$  et  $V_{u1}$  à la demi période près). Les figures 5B et 5C représentent respectivement la tension VG4 et le signal pulsé Vi1. Enfin, les figures 4D et 5D représentent le signal logique SI et les figures 4E et 5E le signal logique SV dans les deux cas susmentionnés.

Lorsque le couplage entre les bobines est faible et que le circuit limiteur 10 ne fonctionne pas, les creux de modulation de la tension  $V_c$  sont bien marqués (figure 4A). Le signal  $V_{u1}$  cesse de pulser pendant les creux de modulation (figure 4C), un creux de modulation étant détecté lorsque la valeur de crête d'une alternance positive  $V_{c1}$  ne parvient pas à dépasser le seuil  $V_{cref}$  (figure 4B). Le signal logique SV passe à 1 à chaque creux de modulation et à 0 pendant les périodes de non modulation (figure 4D). Par contre, le signal SI reste à 0 (figure 4E), le circuit limiteur 10 n'étant pas déclenché.

Lorsque le couplage entre les bobines est élevé et que le circuit limiteur 10 est déclenché, les creux de modulation de la tension  $V_c$  s'estompent (figure 5A) et le démodulateur de tension 20, 20' n'est plus utilisable, le signal SV restant à 0 (figure 5E). Par contre, la tension  $VG_4$  représentative du courant de limitation  $I_p$  oscille et présente une modulation d'amplitude (figure 5B) détectée par le démodulateur 30 qui délivre le signal pulsé  $V_{i1}$  (figure 5C). Le signal  $V_{i1}$  cesse de pulser pendant les creux de modulation de la tension  $VG_4$ , lorsque la tension  $VG_4$  ne parvient pas à dépasser la tension de seuil  $V_{iref}$ . Le signal logique SI passe à 1 à chaque creux de modulation de la tension  $VG_4$  et à 0 pendant les périodes de non modulation (figure 5D).

Ainsi, grâce à l'invention, il est toujours possible de sélectionner à la sortie du sélecteur 40 un signal de démodulation valable SV ou SI, que la bobine LR soit saturée en tension ou non. Il est donc possible de prévoir des creux de modulation de courte durée et d'atteindre une vitesse de transmission des données élevée. Par ailleurs, comme le seuil de détection  $V_{cref}$  du démodulateur de tension 20 s'ajuste automatiquement à la valeur moyenne de la tension induite  $V_c$ , le

démodulateur 20 fonctionne bien quand la distance  $d$  est grande et la tension  $V_c$  faible. Le démodulateur 50 selon l'invention permet donc de couvrir un périmètre de réception étendu, dans les limites de la puissance  
5 envoyée dans la bobine d'émission  $L_E$ .

On décrira maintenant en se référant aux figures 6, 7 et 8 divers exemples de réalisation d'un circuit de sélection dont le rôle est de sélectionner à la sortie du démodulateur 50 l'un des deux signaux de démodulation SV et SI. Ici, l'idée de l'invention est de donner la  
10 priorité au démodulateur 30 du courant de limitation  $I_p$  quand le circuit limiteur 10 est déclenché et que le courant de limitation  $I_p$  est supérieur à un seuil  $I_{ps}$  au delà duquel les creux de modulation de la tension induite  
15  $V_c$  sont susceptibles d'être altérés. Dans ce but, le courant  $I_p$  peut être mesuré au moyen d'un capteur de courant ou, plus avantageusement, être déduit de la tension de seuil  $V_{iref}$  du démodulateur 30 (figure 3) qui est représentative de la valeur moyenne de la tension  $V_{G4}$   
20 et par conséquent de la valeur moyenne du courant de limitation  $I_p$ . Ainsi, le circuit de sélection 60 représenté en figure 6 comprend simplement le sélecteur 40 et un comparateur 41 ou "arbitre de sélection" dont la sortie délivre le signal SELECT. Le comparateur 41 reçoit  
25 sur son entrée négative la tension  $V_{iref}$  et sur son entrée positive une tension de référence  $V_{RI}$  représentant le seuil de courant  $I_{ps}$ , à choisir en fonction des caractéristiques électriques du système et de la bobine  $L_R$ . Quand la tension  $V_{iref}$  est inférieure au seuil  $V_{RI}$ ,  
30 le signal SELECT est à 1 et la sortie du sélecteur 40 délivre le signal de démodulation en tension SV. Dans le cas contraire, le sélecteur 40 délivre le signal de démodulation en courant SI.

La figure 7 représente un mode de réalisation  
35 perfectionné 70 du circuit de sélection 60. En raison de

la diminution du courant  $I_p$  pendant les creux de modulation, le comparateur 41 pourrait en effet basculer au cours d'un creux de modulation, de sorte que la détection du creux ayant commencé avec un démodulateur se  
5 terminerait avec l'autre démodulateur. Pour pallier cet inconvénient, la sélection est maintenant verrouillée pendant les creux de modulation au moyen d'une bascule à verrouillage 42 (ou "latch") se déclenchant sur niveau bas de son entrée d'horloge CLK et délivrant le signal  
10 SELECT. La bascule 42 reçoit sur son entrée D la sortie du comparateur 41 et sur son entrée d'horloge CLK la sortie du sélecteur 40 par l'intermédiaire d'une porte inverseuse 43. Quand la sortie du sélecteur 40 est à 1 (pas de creux de modulation) la bascule 42 est  
15 transparente et la sortie Q recopie la sortie du comparateur 41. Quand la sortie du sélecteur 40 passe à 1 (apparition d'un creux de modulation) la sortie de la porte inverseuse 43 passe à 0 et la sortie Q est verrouillée pour la durée du creux de modulation.

20 La figure 8 représente un mode de réalisation 80 du circuit de sélection dans lequel la sélection de l'un des signaux de démodulation SV ou SI est verrouillée pendant toute la durée de réception d'un message. Ce mode de réalisation repose sur le fait que, dans la pratique, les  
25 variations de la distance  $d$  entre les bobines  $L_R$  et  $L_E$  sont très lentes devant la durée des messages, de l'ordre de la dizaine de millisecondes. Par exemple, le mouvement d'un utilisateur tenant dans sa main une carte à puce sans contact, qui rapproche ou éloigne la carte à puce du  
30 terminal avec lequel la carte est en train de dialoguer, est très lent devant la durée d'un message. On peut donc considérer que le démodulateur 20 ou 30 sélectionné par le comparateur 41 à l'instant de la détection du premier creux de modulation reste opérationnel pendant toute la  
35 durée du message. L'intérêt de ce mode de réalisation est

de pouvoir bloquer le démodulateur 20 ou 30 qui n'a pas été sélectionné au début du message, ainsi que le comparateur 41, afin de diminuer la consommation du module M. Ce mode de réalisation fait intervenir un

5 signal IS ("Instruction Start") généré par le module M lorsque le début d'un message est détecté, le signal IS étant par convention à 0 quand aucun message n'est reçu et à 1 dans le cas contraire. La sortie du comparateur 41 est appliquée sur l'entrée D d'une bascule 44 se

10 déclenchant sur front descendant d'horloge. L'entrée d'horloge CLK de la bascule 44 reçoit la sortie d'une porte NON ET 45 recevant en entrée la sortie du sélecteur 40 et le signal IS inversé, ou signal /IS. La sortie du comparateur 41 est par ailleurs appliquée sur une entrée

15 d'un multiplexeur 46 dont l'autre entrée reçoit la sortie Q de la bascule 44. Le multiplexeur 46 est piloté par le signal /IS et sa sortie délivre le signal SELECT. Quand le signal /IS est à 1 (pas de message reçu) et la sortie du sélecteur 40 à 0 (pas de creux de modulation), la

20 sortie du multiplexeur 46 recopie la sortie du comparateur 41 et la porte 45 est à 1. Le circuit 80 est transparent et se comporte comme le circuit 60 de la figure 6. Quand un creux de modulation est détecté par le démodulateur 20, 30 sélectionné par le comparateur 41, la

25 sortie du sélecteur 40 passe à 1 (SV et SI étant par convention à 1 quand un creux est détecté) et la sortie de la porte 45 passe à 0. La bascule 44 reçoit un front descendant d'horloge CLK et mémorise sur sa sortie Q l'état du comparateur 41. Quand, ensuite, le signal /IS

30 passe à 0, le multiplexeur 46 sélectionne la sortie Q et l'envoie sur l'entrée de sélection du sélecteur 40. Ainsi, l'état dans lequel se trouve le comparateur 41 à l'instant où un creux de modulation apparaît est mémorisé pour toute la durée du message, jusqu'à l'instant où le

35 signal /IS repasse à 1.

Il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que la présente invention est susceptible de nombreuses variantes de réalisation. En particulier, le démodulateur de tension 20 et le démodulateur de courant 30 tels  
5 qu'ils ont été décrits fonctionnent selon le principe de la démodulation par détection de crête mais pourraient fonctionner selon d'autres principes connus, par exemple par détection d'enveloppe (au moyen de diodes et d'un réseau RC) ou encore par détection synchrone. Par  
10 ailleurs, le démodulateur 30 du courant de limitation pourrait recevoir en entrée un autre signal que la tension de commande VG4 du transistor T4, par exemple un signal délivré par un capteur de courant. D'autre part, le circuit limiteur 10 est lui-même susceptible de tout  
15 mode de réalisation connu. Enfin, le système décrit présente une structure symétrique vis à vis de la masse en raison de l'utilisation d'un pont redresseur Pd pour la fourniture d'une tension d'alimentation Vdd. Il va de  
20 soit que si le module était alimenté d'une autre manière, la structure générale du système pourrait être différente. La démodulation pourrait par exemple être faite entre les deux bornes A1, A2 de la bobine L<sub>R</sub> au lieu d'être réalisée sur des alternances positives ou négatives de la tension induite Vc.



REVENDEICATIONS

1. Démodulateur (50) d'un signal alternatif modulé en amplitude reçu dans une bobine ( $L_R$ ) par induction électromagnétique, la bobine étant équipée d'un circuit (10) limiteur de tension se déclenchant lorsqu'une  
5 tension induite ( $V_c$ ) dans la bobine est supérieure à un seuil prédéterminé ( $V_{cmax}$ ), caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier démodulateur (20, 20') pour démoduler ladite tension induite ( $V_c$ ), délivrant un premier signal de  
10 démodulation (SV),
- un deuxième démodulateur (30, 30') pour démoduler un courant de limitation ( $I_p$ ) apparaissant lorsque le circuit limiteur (10) est déclenché, délivrant un deuxième signal de démodulation (SI),
- 15 - des moyens (40, 41) pour sélectionner à la sortie du démodulateur le premier (SV) ou le deuxième (SI) signal de démodulation.

2. Démodulateur selon la revendication 1, dans lequel les moyens de sélection (40, 41) sont agencés pour  
20 sélectionner préférentiellement le deuxième signal de démodulation (SI) quand le circuit limiteur (10) est déclenché et le courant de limitation ( $I_p$ ) supérieur à un seuil de courant ( $I_{ps}$ ) prédéterminé.

3. Démodulateur selon l'une des revendications 1 ou  
25 2, comprenant des moyens (42, 43, 44, 45) pour verrouiller les moyens de sélection (40, 41) lors de l'apparition d'un creux de modulation.

4. Démodulateur selon la revendication 3, dans lequel les moyens de verrouillage (42, 43) sont agencés  
30 pour verrouiller les moyens de sélection pendant la durée d'un creux de modulation.

5. Démodulateur selon la revendication 3, dans lequel les moyens de verrouillage (44, 45, 46) sont agencés pour verrouiller les moyens de sélection pendant la réception d'un message transmis au moyen de la modulation dudit signal alternatif.

6. Démodulateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le deuxième démodulateur (30, 30') reçoit comme signal à démoduler une tension de commande (VG4, VG4') d'un transistor (T4, T4') contrôlant le courant de limitation (Ip, Ip1, Ip2).

7. Démodulateur selon la revendication 6, dans lequel :

- le deuxième démodulateur (30, 30') comprend des moyens (D5, T5) pour comparer l'amplitude de ladite tension de commande (VG4) à une tension de référence variable (Viref) représentative de la valeur moyenne de la tension de commande (VG4), et

- lesdits moyens de sélection comprennent un comparateur (41) recevant en entrée ladite tension de référence variable (Viref) et une tension de référence (VRI) représentant ledit seuil de courant (Ips).

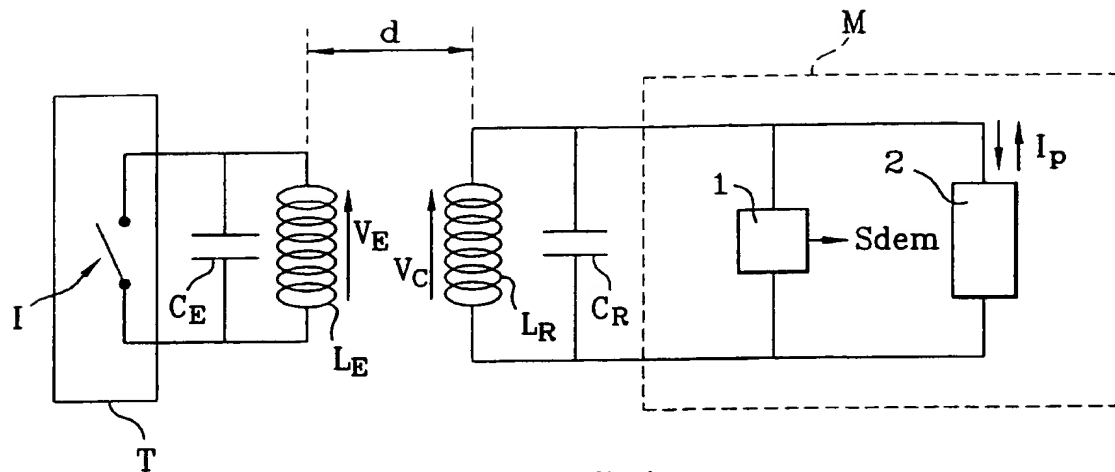
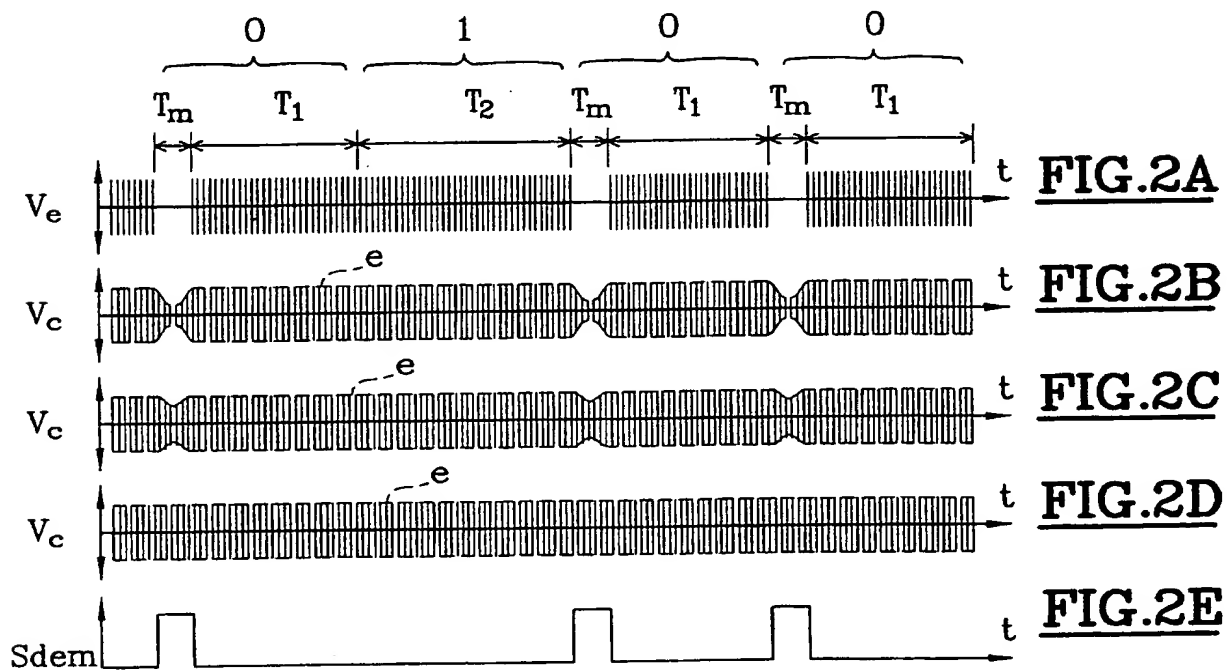
8. Démodulateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier démodulateur (20, 20') comprend des moyens (T1) pour comparer l'amplitude de la tension induite (Vc) dans la bobine à une tension de référence variable (Vcref) représentative de la valeur moyenne de la tension induite.

9. Démodulateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier démodulateur (20, 20') comprend un démodulateur (20) des alternances positives (Vc1) de la tension induite et un démodulateur (20') des alternances négatives (Vc2) de la tension induite.

10. Démodulateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le deuxième démodulateur (30,

30') comprend un démodulateur (30) des alternances positives ( $I_{p1}$ ) du courant de limitation ( $I_p$ ) et un démodulateur (30') des alternances négatives ( $I_{p2}$ ) du courant de limitation.

1/4

**FIG. 1****FIG. 2A****FIG. 2B****FIG. 2C****FIG. 2D****FIG. 2E**

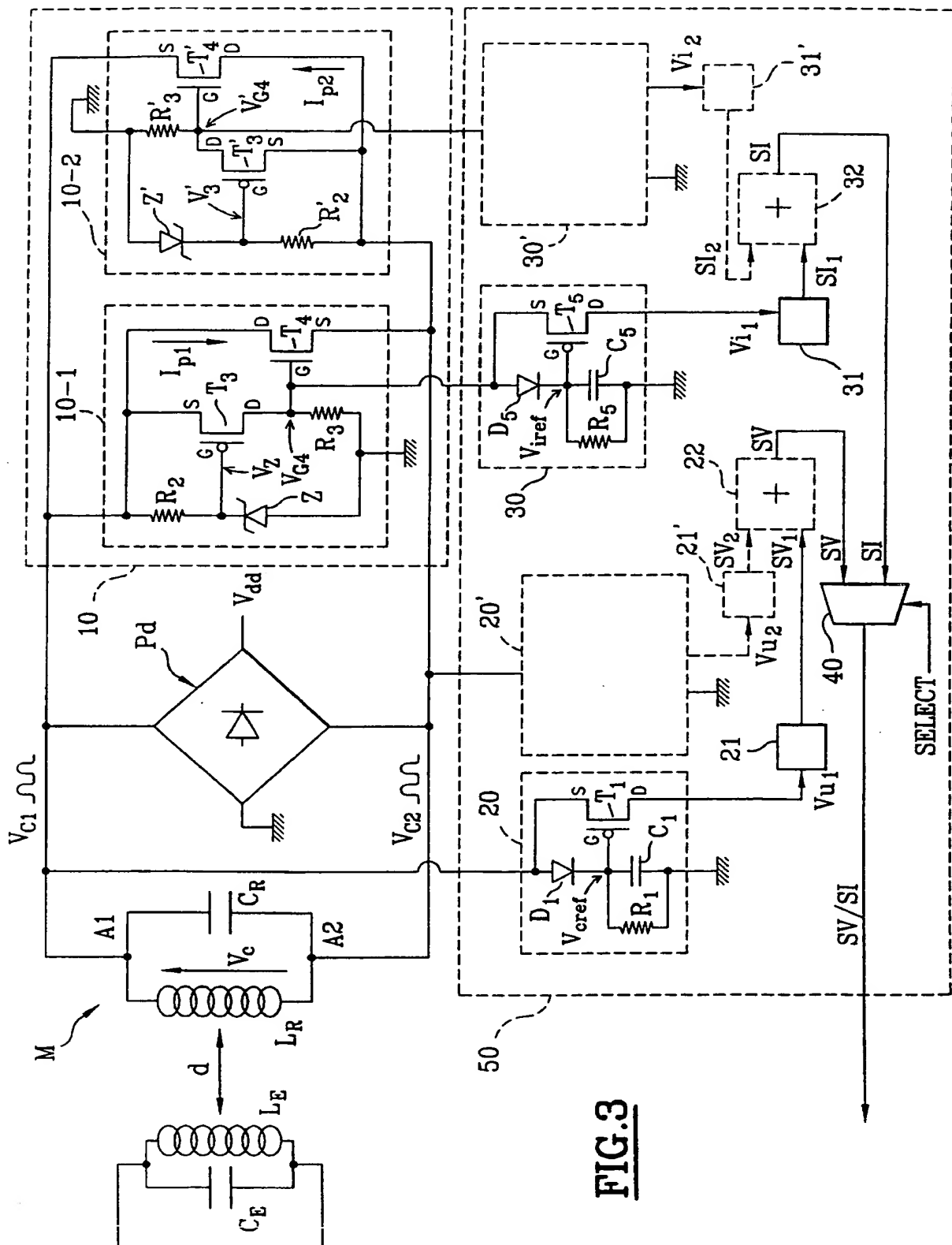
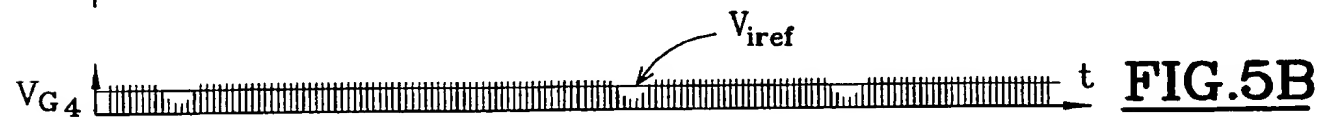
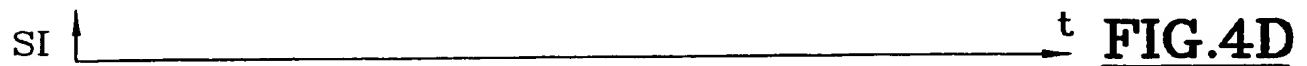
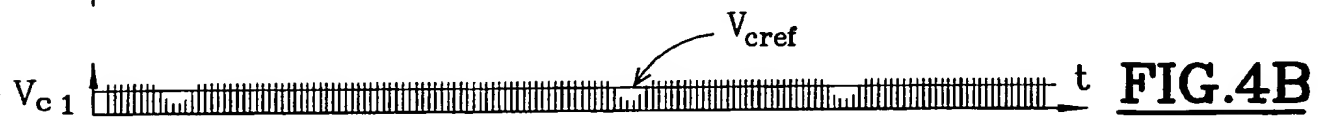
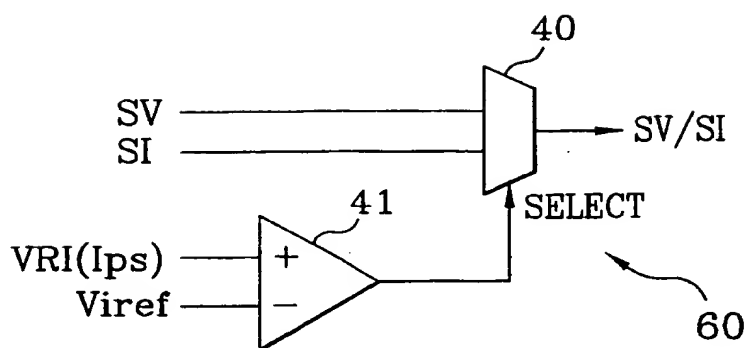
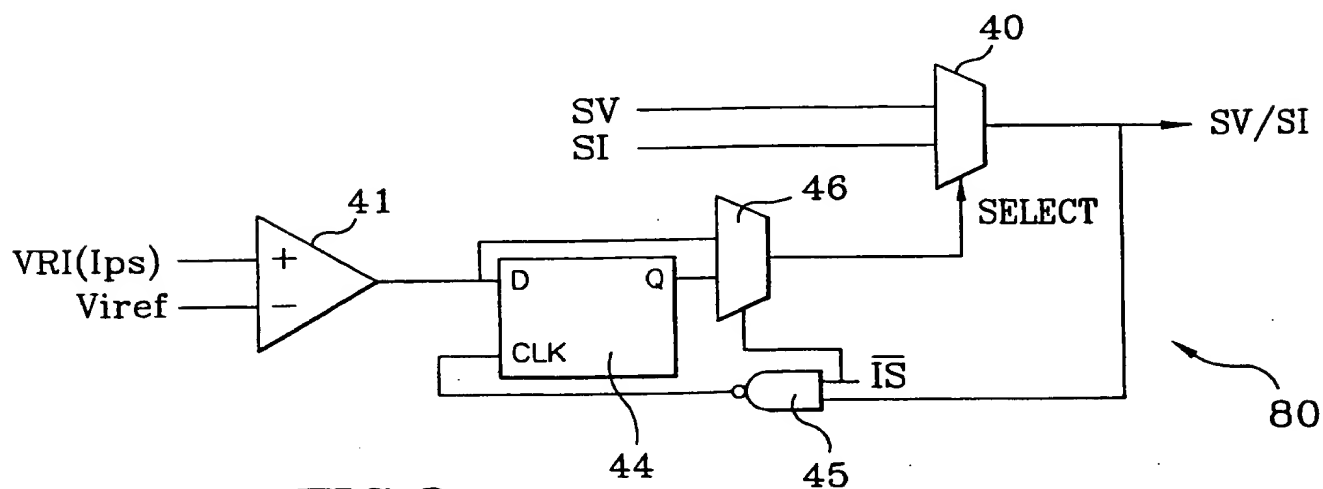
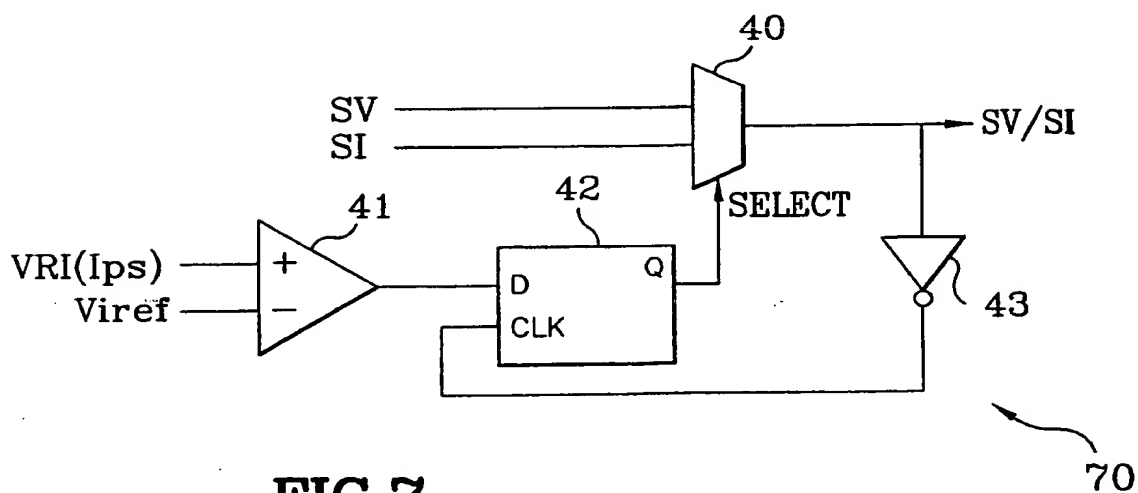


FIG. 3



**FIG.6****FIG.7****FIG.8**

INSTITUT NATIONAL

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 530971

FR 9609034

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 547 (P-1452), 17 Novembre 1992 & JP 04 205586 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 27 Juillet 1992, * abrégé *	1,7,8
A	GB 2 243 964 A (VALEO SECURITE HABITACLE) 13 Novembre 1991 * page 5, dernier alinéa - page 6, dernier alinéa; figures 1-3 *	1
A	US 4 782 308 A (TROBEC FRANC ET AL) 1 Novembre 1988 * colonne 2, ligne 24 - ligne 68; figure 1 *	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 505 (P-1611), 10 Septembre 1993 & JP 05 128319 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 25 Mai 1993, * abrégé *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		G06K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
14 Avril 1997		Degraeve, A
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**